

В статті розглянуто вплив освітленості, яка створена відбитими променями на значення сумарної освітленості. Основна увага приділяється моделюванню розподілу відбитих і прямих променів від криволінійної поверхні.

УДК 519.8(045)

Ю.М. Квач, ас.

Національний авіаційний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДБИТОГО СВІТЛА ВІД КРИВОЛІНІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ

Введення

Впорядкованість розподілу світлових потоків на розрахункових поверхнях впливає на художнє і функціональне сприйняття інтер'єру. Значення відбитої освітленості може відігравати суттєву роль в організації реального світлового середовища в просторі інтер'єру і здійснюється корегування світлотехнічної частини і формоутворення архітектурної оболонки, а також її лицювання.

З розвитком комп'ютерних технологій потребує комп'ютеризованих засобів розрахунку. Вирішенням цього завдання стає використання математичного моделювання та сучасних можливостей з візуалізацією сприйняття результатів стає реальним розв'язанням задачі віртуального та швидкого отримання світлотехнічних розрахунків.

Прогрес у розвитку апаратно – програмних засобів ПК, зокрема, інтегрованих систем моделювання з використанням методів візуального інструментарію[1] дозволив по – новому підійти до розв'язання світлотехнічних задач.

Розглянемо використання комплексу Mathematica для моделювання розподілу відбитих і прямих променів від криволінійної поверхні з точковим джерелом світла. Наведемо приклад математичного моделювання світлотехнічних розрахунків і графічне зображення сумарної освітленості створеної криволінійною поверхнею.

Виклад основного матеріалу

Криволінійні поверхні, що мають високий коефіцієнт відбиття сприяють або фокусуванню, або розсіюванню відбитих променів. Тому, в залежності від характеристик джерела світла, параметрів криволінійних поверхонь і їх відбиваючих властивостей визначається відбита освітленість, яка може бути менша чи більша прямої освітленості. Враховувати те, що найбільш суттєвими є перші відбиття, необхідно розглядати тільки їх вплив на значення сумарної освітленості.

Для розрахунку відбитої освітленості від криволінійних поверхонь, прийнято метод, що базується на розгляді світлового пучка, який падає на площину і вимірюється тілесним кутом в стерadianах. Цей кут визначається по площі світлової плями на площині з врахування кута падіння (1):

$$\Omega = \frac{\sigma \times (\cos \beta)^2}{h^2}, \quad (1)$$

де σ – площа світлової плями; β – кут падіння; h – відстань від джерела до площини.

Відбитий потік в силу симетрії відносно площини має той же тілесний кут, але зменшується з врахуванням коефіцієнта відбиття і утворює на освітлювальній поверхні пляму (2):

$$\Omega' = \frac{\sigma' \times (\cos \beta)^2}{h'^2}, \quad (2)$$

де σ' – тілесний кут для уявного джерела,
 h' – відстань від уявного джерела до площини.

Розрахунок освітленості створеної за рахунок відбитих променів можна розрахувати за формулою(3):

$$E_v = \frac{I' \times (\cos \beta)^2}{h'^2}, \quad (3)$$

де I' – сила світла уявного джерела світла.

Освітленість створена прямими промінцями розраховується за формулою (4):

$$E_p = \frac{I \times (\cos \beta)^2}{h^2}, \quad (4)$$

де I – сила світла джерела світла,

β – кут падіння,

h – відстань від джерела до площини.

Сумарна освітленість утворена прямими та відбитими потоками світла розраховується за формулою (5):

$$E = E_v + E_p. \quad (5)$$

Враховуючи всі попередні міркування пропонується приклад розв'язання світлотехнічної задачі в середовищі Mathematica. Візуалізація моделі параметру кривої сили світла точкового джерела світла[2] проводимо за допомогою середовища Mathematica (рис.1). Для демонстрації пропонується приклад, тобто розглянемо циліндричне склепіння радіусом 10 м з дзеркальним відбивачем. Візьмемо точкове джерело світла з концентричною силою світла. Віртуально підвісимо світильник над рівнем розрахункової площини на висоту 6,5 м.

```

cosa =  $\frac{z_i}{((x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2)^{\frac{1}{2}}}$ 
j[j0_, m_, xi_, yi_, zi_, x_, y_, z_, t_] = j0 cosa m t
j2 = j[883.8, 1.7582, 3.75, 3.75, 6.5, x, y, 0, 3.5]
Plot3D[j2, {x, -10, 10}, {y, -10, 10}]

```

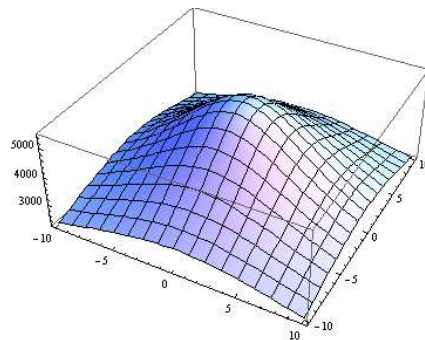


Рис. 1. Графік кривої сили світла джерела світла

На рис. 1 візуалізовано графічне відображення концентричної сили світла світильника, віртуально підвісили до склепу на висоту 6,5 м.

Освітленість створена промінцями, що відбиваються дзеркальним склепінням (рис.2).

$$eo[xi_, yi_, zi_, x_, y_, z_, \rho_, \theta_] = \frac{j2 \cos[\theta]^3 \rho}{\left[\frac{zi}{((x-xi)^2 + (y-yi)^2 + (z-zi)^2)^{\frac{1}{2}}} \right]^2}$$

Plot3D[e, {x, -25, 35}, {y, -25, 35}]

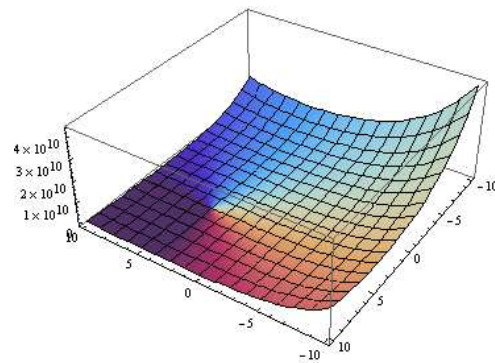


Рис. 2. Графічне відображення освітленості створеної відбитими проміннями

Крива графіку (рис. 2) має стрибкоподібний характер, що характеризує невисоке значення освітленості створеної відбитими проміннями під світильником і підвищенням поблизу стін. Стрибкоподібний характер кривої розподілення освітлення обумовлюється світловим блиском відбитих променів від дзеркального склепу довжиною 1 м.

Освітленість на розрахунковій площині, створена прямими проміннями джерела світла (рис.3). Графік прямої освітленості характеризує спокійну і плавну криву освітленості, яка створена прямими проміннями.

$$e1[xi_ , yi_ , zi_ , x_ , y_ , z_] := \frac{j2 \left[\frac{zi}{((xi-x)^2 + (yi-y)^2 + (zi-z)^2)^{1/2}} \right]}{zi^2}$$

Plot3D[e1, {x, -10, 10}, {y, -10, 10}, PlotRange → All]

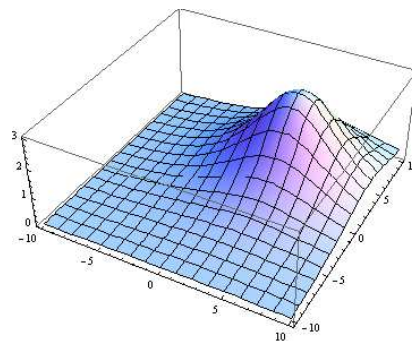


Рис. 3. Графічне відображення освітленості створеної прямими проміннями

Графіки (рис.2,3) дають візуальне уявлення про розподіл світлових потоків в приміщенні. Аналізуючи графіки, можна сказати, що відбивається сильне фосукування відбитих променів поблизу протилежної стіни, а найбільше значення прямої освітленості знаходиться під світильником.

Сумарну освітленість на розрахунковій площині, що отримана за рахунок відбитих та прямих променів від віртуального джерела світла (рис.4).

$$e1 = e + e1$$

Plot3D[e1, {x, -14, 14}, {y, -14, 14}, PlotRange → All]

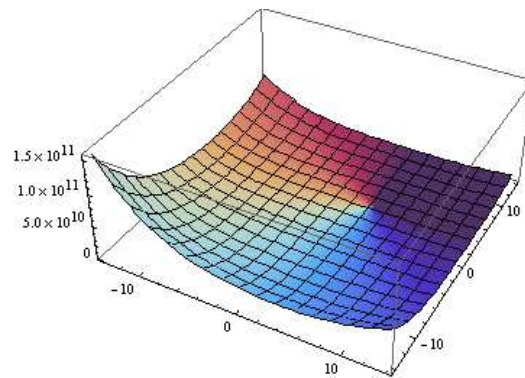


Рис. 4. Графічне відображення сумарної освітленості на розрахунковій площині

Таким чином, з можливістю моделювання параметру умовного джерела світла[2] та враховуючи значення тілесних кутів, моделюється відбита освітленість та пряма освітленість. Загальна освітленість, утворена уявним джерелом, є сума відбитої та прямого потоків.

Висновки

1. Моделювання певних ситуацій дозволить визначити де потрібно організувати додаткове освітлення, щоб добитися рівномірної освітленості.
2. Моделювання відбитого світла від криволінійних поверхонь розглядалось на прикладі циліндричного склепу, при більш складних формах поверхонь для формування відбитих потоків світла можна застосовувати апроксимацію криволінійних поверхонь граннями поверхнями.
3. Управління відбитими потоками можна вести або за рахунок зміни розташування світильників та їх кількості, або за рахунок зміни форми поверхні (якщо це можливо), а також за допомогою оздоблювальних матеріалів і коефіцієнтів відбиття.

Література

1. Шмидский Я.К. Mathematica 5: Самоучитель. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 592 с.
2. Квач Ю.М. Математичне моделювання параметрів точкових джерел світла в середовищі Mathematica: Електроніка та системи управління: зб. наук. пр.-К.: НАУ.-2006.-№1(7). - С.5-8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕННОГО СВЕТА ОТ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Квач Ю.Н.

В статье рассмотрено влияние освещенности созданной отраженными лучами на значение суммарной освещенности. Основное внимание уделяется моделированию распределения отраженных и прямых лучей от криволинейной поверхности.

MODELLING OF REFLECTED LIGHT FROM CURVILINEAR SURFACES

Kvach Yu.

The article influence of light exposure created by the reflected beams on illumination of total light exposure is considered. The basic attention is given to modelling of distribution of the reflected and direct beams from a curvilinear surface.